

基于 STM32 的散装食品自动售货机设计

邵华梅,汪志成,徐丽琴,沈博韬

(东华理工大学 机械与电子工程学院,江西 南昌 33000)

摘要:针对现有自动售货机销售商品类型均为瓶装或袋装产品,无法满足人们日常生活对散装食品自动售货的市场需求,设计一种小型的散装食品自动售货机。该设计包括机械机构设计和控制系统设计,采用嵌入式处理器 STM32F103ZET6 完成控制系统设计,利用无线通信技术实现控制模块、支付模块以及数据管理平台数据互通并进行网上支付,具有友好的人机交互界面。实验证明,该自动售货机运行稳定,对于豆类、瓜子等散装食品完全可以实现自动售货过程。

关键词:自动售货机;结构设计;STM32;网上支付;无线通信

中图分类号:TP278 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-5276(2021)03-0220-04

Design of Bulk Food Vending Machine Based on STM32

SHAO Huamei, WANG Zhicheng, XU Liqin, SHEN Botao

(School of Mechanical and Electronic Engineering, East China University of Technology, Nanchang 33000, China)

Abstract: To improve the existing bottled or bagged product vending machines which fail to meet market demand for bulk food vending, a small bulk food vending machine including designs of mechanical mechanism and control system was designed. The embedded processor STM32F103ZET6 was used to complete the control system design. The wireless communication technology was adopted to realize the data exchange of the control module, payment module and data management platform and conduct online payment with friendly human-computer interaction interface. The experiments show that the vending machine runs stably, and can fully realize the automatic vending process for bulk foods such as beans and melon seeds.

Keywords: vending machine; structure design; STM32; online payment; wireless communication

0 引言

随着科技与经济的发展,自动售货机进入到人们生活中。目前,国内自动售货机的市场尚处于发展的初期阶段,没有达到规模化、秩序化的程度,并且销售的商品种类有限^[1-2]。目前,杨秀芝等^[3]设计了一种投币式水果自动售货机,以电机控制传送带输送水果。自新冠疫情爆发以来,人们对于“无接触”式商业的需求急速增加。针对国内现在散装食品,如豆类、开心果等仍是传统的人工购买方式,本文提出一种新型散装食品自动售货装置,主要用于售卖绿豆、红豆等豆类。

1 总体方案设计

散装食品自动售货机是机械与电子相结合的产品,微控制器(MCU)是其核心部件,通过MCU实现散装食品自动售货机的智能化、自动化控制^[4]。

散装食品自动售货机系统分为3个部分:装置机械结构部分、控制部分和支付部分。其主要功能如下:1)人机交互界面。通过触摸屏,顾客对自动售货机的详情一目了然,

并可实现购买,整个过程简单便捷^[5];2)精确出货。MCU控制电机转动,精确完成顾客所选参数;3)数据采集。系统开始工作时,微控制器与称重传感器经AD模块传输数据,并在自动售货机出货过程中实时上传数据信息;4)网上支付。当生成支付请求时,上位机发来二维码信息经过MCU传输到屏幕显示,扫码支付完之后,上位机处理支付信息,反馈给MCU并作相应处理。

2 机械结构设计

利用Solidworks三维软件对装置主体机构建模设计,设计内容包括装置的外观、内部出货结构以及电气元件的布局。

考虑到豆类等散装食品一般在超市、便利店以及农贸市场销售,本装置趋于小型化设计,散装食品自动售货机长、宽、高各为380 mm、170 mm、550 mm,如图1所示。上层为散装食品储存区,下层为显示与操作区和出货区,并在左侧开了散热窗^[6]。其中上层主视面设有透明的商品展示窗,方便顾客看清楚内部商品类型与优劣。对于红豆、绿豆等产品,容量约为15 kg。

如图2所示,散装食品存放在上层的货仓内,当外部

基金项目:江西省研究生创新专项资金资助项目(YC2019-S290)

第一作者简介:邵华梅(1993—),男,安徽蚌埠人,硕士研究生,研究方向为新能源机械与设备。

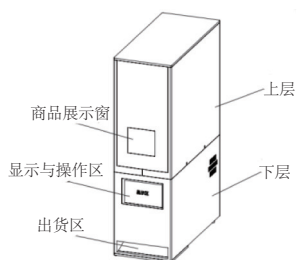


图1 散装食品自动售货机外观

信号输入即顾客通过显示与操作区购买后,经过 MCU 内部处理输出出货信号给电机,电机驱动螺杆,通过螺杆的螺旋叶片旋转产生的推力,使散装食品沿固定的输送管传递到出货口^[7],称重传感器实时监测出货重量并反馈给微控制器,达到顾客输入参数后,电机停止转动,购买完成。

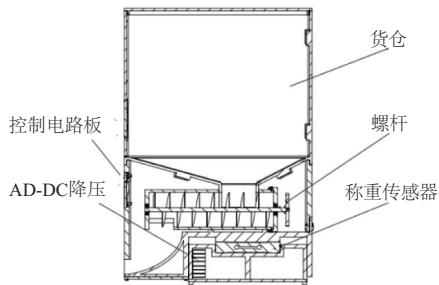


图2 散装食品自动售货机剖视图

本装置核心部分是出货机构,如图3所示。电机通过主动齿轮与从动齿轮带动螺杆转动,螺杆与输送管通过滚动轴承连接,降低螺杆运动时的摩擦力。输送管设计成圆筒形,优点是结构密封,出货相对稳定^[8]。

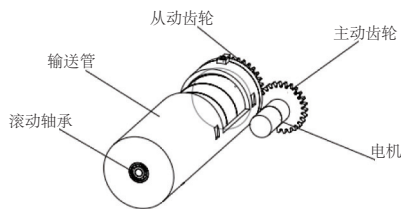


图3 出货机构

3 控制系统设计

3.1 硬件设计

1) STM32 模块

系统采用 STM32F103ZET6 作为 MCU,是 32 位基于 ARM 核心的带 512K 字节闪存的微控制器,具有丰富的增强 I/O 端口和强大的外设资源。相比传统的 8 位单片机,其处理速度更快,性能更高,具有 PWM 高级控制定时器,全调制能力,能够高效地控制电机精准出货。

STM32 控制直流电机带动螺杆的转动,同时控制称重传感器完成信号转换,采集货物输出重量以及机器内剩余重量,并将数据分析处理后显示在触摸屏对应的地址上,

无线通信模块用于网络通信,实现控制模块与支付模块以及数据管理平台数据互通。

2) 电源模块

电源模块采用 LM2596 开关电压调节器,它输出电压的误差可以保证在 $\pm 4\%$ 的范围内,振荡频率误差在 $\pm 15\%$ 的范围内。本设计中主要电源分为 5 个模块供电: STM32F103 微控制器、电机控制模块、称重模块、液晶显示模块、无线通信模块。为了满足不同模块的供电要求,整个系统的电源设计均由 24 V 接入,经过 LM2596 降压成 12 V 以及 5 V。图4是系统电源原理。

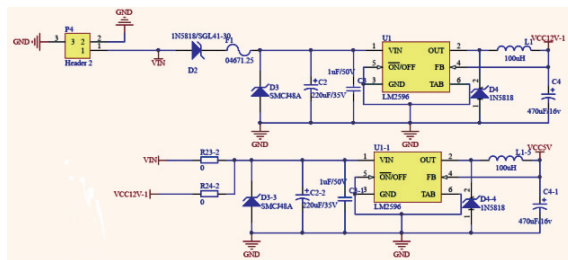


图4 系统电源原理

3) 电机控制模块

电机选用 ZGB37RH 型直流电机,它具有全金属、大转矩、低噪声的特点,并以 L298N 驱动芯片控制。L298N 内含两个 H 桥的高电压大电流双全桥式驱动器,接受标准 TTL 逻辑电平信号。当使能信号为 0 时,电机处于自由停止状态;当使能信号为 1,且 IN1 和 IN2 为 00 或 11 时,电机处于制动状态,阻止电机转动;当使能信号为 1,且 IN1 和 IN2 互异时,电机处于运行状态。控制器将物品的每次重量误差通过 PID 算法调节后,进而更新 TIM3 中寄存器 CCRx 的比较值,输出不同占空比的 PWM 波形来驱动电机频率,从而实现电机转速的变化。

4) 称重模块

称重模块主要由电阻应变式压力传感器和 HX711 芯片构成。传感器的弹性元件在外力的作用下产生弹性形变,使粘贴在内部的电阻应变片随之产生形变。电阻应变片的阻值发生变化,电桥失去平衡输出一个模拟量电压,从而完成将外力转换为电信号的过程。HX711 是专为高精度电子秤而设计的 24 位 A/D 转换器芯片,具有集成度高、响应速度快和抗干扰性强等优点^[9]。

如图5所示,E+、E-管脚接入称重传感器电源+(Sensor_Power)和电源-(AGND)。HX711 芯片内的稳压电路可同时向 A/D 转换器和外部传感器提供模拟电源。稳压电源的输出电压值(VAVDD/E+)由外部分压电阻 R1、R2 和芯片的输出参考电压 VBG 决定。称重传感器接通后,当感应到物体重量时,传感器便会输出电压:满量程输出电压=激励电压×灵敏度,灵敏度取 1.0 mV/V。

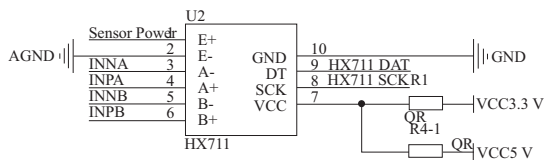


图5 称重模块电路设计图

5) Air720D 模块

Air720D 模块是一款带分集接收功能的 4G 移动三模无线通信模块,支持 LTE-TDD/TDSCDMA/GPRS,几乎能够满足所有 M2M 的需求,具有强大的芯片处理能力和存储运算能力。Air720D 具有丰富的硬件接口及 GPIO,支持二次开发模式,可以直接调用 API 接口对外设或 GPIO 进行编程设计,极大地减少了开发周期和成本。

SIM 卡由模块内部供电,在电路设计中卡座与模块距离越近越好,并且 SIM 卡信号线布线远离 RF 线和 VBAT 电源线,这样可以确保 SIM 卡良好的性能,且不被损坏。

3.2 软件设计

1) 软件总体设计

该自动售货机软件设计按照前后顺序执行的原理可分为:首先进行微控制器的系统时钟、定时器、各个模块引脚以及无线通信模块初始化,同时进行设备网络连接;从 Flash 中读取去皮参数,判断读取方案参数是否存入;如果是,则读取保存的参数,并接收串口指令即顾客输入购买金额或重量;判断是否购买,如果购买则微控制器驱动电机工作,通过称重传感器采集剩余重量,并将剩余重量发送到触摸屏对应的地址。总体的软件流程框图如图 6 所示。

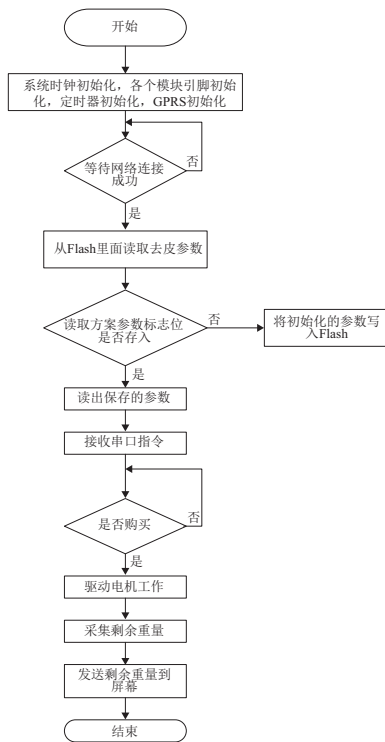


图 6 总体软件流程图

2) 电机控制程序

根据顾客购买的物品重量或金额来选择电机输出的频率,从而精准地控制物品的输出,电机控制程序如图 7 所示。

4 支付系统

支付系统整体使用 Tornado 进行编写,通过调用支付

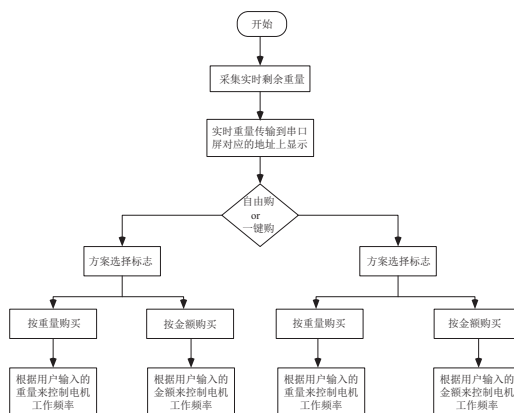


图 7 电机控制程序

宝和微信 API 进行下单及支付状态检测,并最终处理为易于顾客处理的数据反馈给设备,订单创建过程如图 8 所示。

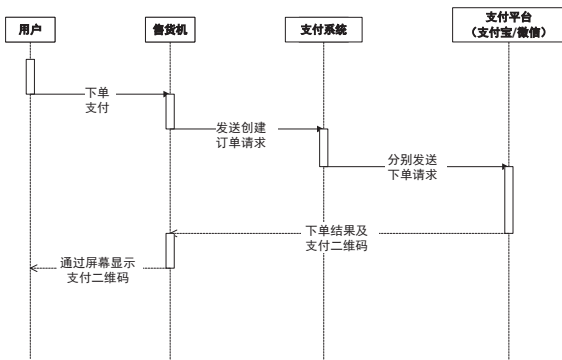


图 8 订单创建

当顾客在售货机上创建订单后,设备将创建订单的请求发送给服务器,服务器通过当前系统时间生成 1 个订单号,存储至数据库中。同时为了防止订单串单,设置为 1 个设备只允许同时开启 1 个待支付订单。如需创建新订单必须由设备取消旧订单,否则无法创建新订单。支付系统内创建订单后,分别向支付宝和微信发送下单请求,成功后支付宝和微信将分别返回二维码链接。支付系统记录当前支付状态后,发送结果和二维码到设备,设备通过串口屏输出二维码展示给顾客进行支付。

在展示二维码后,设备将不断询问服务器是否完成订单支付,支付系统读取数据库,若订单状态为未完成时,将询问支付平台的支付状态,并将结果返回给设备。同时支付平台也会在顾客支付成功后将支付结果异步传输给支付系统服务器,支付系统服务器会处理这些数据并写入数据库中。

5 实验分析

散装食品自动售货机完成后,分别以红豆、绿豆和瓜子为实验对象对该自动售货机进行测试。每个实验对象以重量 250 g、500 g、1 000 g、1 500 g、2 000 g、2 500 g 做 5 组实验,并计算平均误差。从表 1 中,可以看出随着购买重量的增加,3 个实验对象的平均误差基本在降低,且满足

零售商品规定的负偏差^[10]。

表 1 不同重量出货的平均误差

食品	重量/g					
	250	500	1 000	1 500	2 000	2 500
红豆	0.018 4	0.015 6	0.008 0	0.007 1	0.006 3	0.006 0
绿豆	0.017 6	0.019 6	0.003 0	0.009 0	0.007 4	0.008 4
瓜子	0.017 6	0.013 6	0.009 0	0.009 7	0.006 7	0.006 0

6 结语

通过分析自动售货机的研究现状以及今后智能化发展趋势,设计一种基于 STM32 的散装食品自动售货机。该自动售货机上层储存商品,下层通过控制系统配合出货机构完成精准出货,运用无线通信技术实现自动售货机的网络通信以及网上支付。该产品为小型化设计,所占空间小且便于运输转移,适用于无人超市、便利店等场所。实验证明该自动售货机稳定、误差小,为散装食品的购买方式及未来销售模式提供了参考。

参考文献:

[1] 梁永馨,王凤越.自动售货机的发展现状及趋势[J]. 当代经济,2019(2):80-83.

[2] 刘月,王忠瑞,李钰.我国自动售货机市场发展分析[J]. 中国市场,2018(20):82-83.

[3] 杨秀芝,俞敏,李轩,等.水果自动售货机的设计与实现[J]. 湖北理工学院学报,2018,34(2):1-3,37.

[4] 陈滔,梁祖华,商建东.一种基于 ARM 的自动售货机控制器的研究与开发[J]. 电子测量技术,2008,31(4):93-95.

[5] 谢中赛,金志华,余世明.基于 $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ 的自动售货机控制系统[J]. 机电工程,2009,26(1):35-37,66.

[6] 席伟伟,沙杰,简洋洋,等.双层无人售卖储餐柜的设计与分析[J]. 食品与机械,2020,6:112-115,132.

[7] 路昌华.基于定量螺旋输送技术的谷物产量计量系统开发[D]. 泰安:山东农业大学,2019.

[8] 宋欢.定量螺旋输送机的优化设计及模拟[D]. 青岛:青岛科技大学,2016.

[9] 张文莉,吴钦木.基于 STM32 的无线多秤盘高精度电子秤[J]. 机械与电子,2016,34(7):50-52,56.

[10] 质检总局,工商总局.零售商品称重计量监督管理办法(质检总局令第 66 号)[Z]. 北京:质检总局,2004.

收稿日期:2020-09-09

(上接第 212 页)

表 1 10 kV 单芯电缆接头自动制作机器人与
人工作业技术指标对比表

技术指标	10 kV 单芯电缆接头 自动制作机器人	人工作业
进给速度/(圈/s)	2	1
剥线速度/(mm/s)	4	2
整体作业时间/min	5	15~20
是否能适应各种线缆线径大小	是	否
剥切一致性	高	低
剥切平整性	高	低

6 结语

本文对 10 kV 单芯电缆接头施工质量关键因素进行了详细分析,并设计出一款 10 kV 单芯电缆接头自动化制作机器人。该装置在实际应用中能够实现 10 kV 单芯电缆接头中单芯电缆半自动连接,排除人为影响;提高了 10 kV 单芯电缆接头制作环境洁净度;缩短了 10 kV 单芯电缆接头现场制作时间;大幅降低了电缆接头缺陷率,从而提高 10 kV 电缆供电的可靠性和稳定性,有效地保障后续电缆的安全稳定运行。

参考文献:

[1] 庄则予.10 kV 电缆中间接头内部防水分析与制作工艺的改进研究[J]. 通信电源技术,2020,37(2):220-221,223.

[2] 应永灵.10 kV 电缆线路作业快速接头转接箱的研究与应用[J]. 电力设备管理,2020(2):67-69.

[3] 刘美萍.电缆中间接头故障分析及管控[J]. 机电信息,2019(24):22-23.

[4] ZHANG Ruxin, XIONG Jun, WU Z, et al. Research on simulation methods of electric field intensity on surface of 10 kV cable joint[J]. Energy and Power Engineering, 2020, 12(4): 37-45.

[5] 田雨春,赵伟男,李羿程,等.10 kV 配电工程电缆施工问题及质量控制[J]. 科技风,2018(21):178.

[6] XIA Y F, SONG X M, HE J Z, et al. Simulation and partial discharge detection for typical defects of 10 kV cable the joint[J]. The Journal of Engineering, 2019, 2019(16): 2856-2859.

[7] CHI Peng, ZHANG Zhe, LIANG Rui, et al. A CNN recognition method for early stage of 10 kV single core cable based on sheath current[J]. Electric Power Systems Research, 2020, 184: 106292.

[8] 杨帆,曾蕊,阮羚,等.中压交联电缆接头复合界面受潮缺陷的诊断方法研究[J]. 高压电器,2014,50(5):1-5.

[9] 孙志峻,杨建林.胶囊机器人主动运动机构的研究进展[J]. 机械制造与自动化,2020,49(3):1-7.

[10] 孙权.物流集装箱移载装置的设计与研究[J]. 机械制造与自动化,2020,49(3):112-115.

[11] NGUYEN V Q, JEON J W. EtherCAT network latency analysis[C]//2016 International Conference on Computing, Communication and Automation (ICCCA). Greater Noida: 2016:432-436.

[12] KAUR A, CORSAR M, MA B Y, et al. Application of fieldbus technology to enable enhanced actuator control of automated inspection for offshore structures[J]. Applied System Innovation, 2019, 2(3):29.

收稿日期:2020-10-16